

②

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-068572

(43)Date of publication of application : 03.03.2000

(51)Int.Cl.

H01S 3/07

H01S 3/10

H01S 3/131

(21)Application number : 10-238679

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 25.08.1998

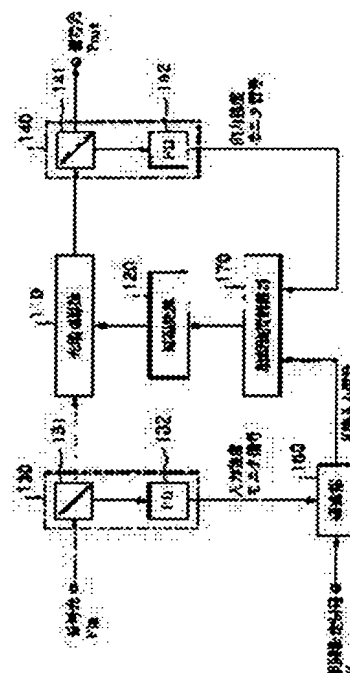
(72)Inventor : FUKUDA AKIRA

(54) OPTICAL AMPLIFIER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical amplifier the output intensity of which per signal light wave can be controlled constantly even when the amplifier collectively optically amplifies multi-wavelength signal light rays and, in addition, the gain of which can be changed.

SOLUTION: A multiplying section 160 inputs an input intensity monitor signal outputted from the photodiode 132 of an input intensity monitoring section 130 and a gain setting signal which sets the gain of signal light in an optical amplification medium and outputs a reference input signal which is the product of the input intensity monitor signal and gain setting signal. An exciting intensity control section 170 inputs the reference input signal outputted from the multiplying section 160 and an output intensity monitor signal outputted from the photodiode 142 of an output intensity monitor section 140 and controls the exciting light supplied to the medium 110 from an exciting light source 120 based on the difference between the reference input signal and output intensity monitor signal.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.05.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3003683

[Date of registration] 19.11.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P) (12) 公 開 特 許 公 報 (A) (11)特許出願公開番号
特開2000-68572
(P2000-68572A)
(43)公開日 平成12年 3 月 3 日 (2000.3.3)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 S 3/07		H 0 1 S 3/07	5 F 0 7 2
3/10		3/10	Z
3/131		3/131	

審査請求 有 請求項の数 1 O L (全 10 頁)

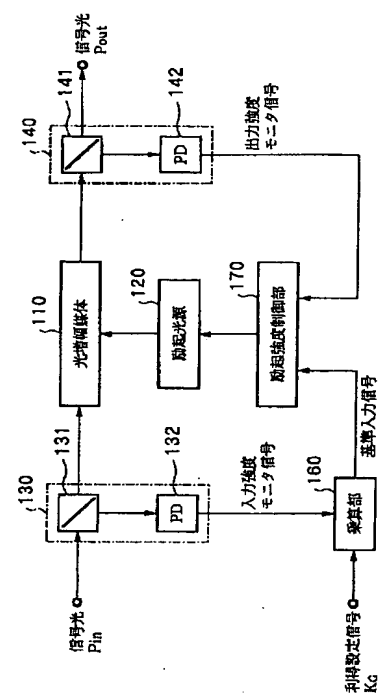
(21)出願番号	特願平10-238679	(71)出願人	000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番33号
(22)出願日	平成10年 8 月25日 (1998.8.25)	(72)発明者	福田 晃 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電 気工業株式会社横浜製作所内
		(74)代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹 (外 4 名) Fターム(参考) 5F072 AB09 AK06 JJ20 PP07 RR01 YY17

(54) 【発明の名称】 光増幅器

(57) 【要約】

【課題】 多波長信号光を一括光増幅する場合にも信号光 1 波当たりの出力強度を一定に制御することができ、且つ、利得を変更することができる光増幅器を提供する。

【解決手段】 乗算部 1 6 0 は、入力強度監視部 1 3 0 のフォトダイオード 1 3 2 から出力された入力強度モニタ信号と、光増幅媒体 1 1 0 における信号光の利得を設定する利得設定信号とを入力し、入力強度モニタ信号と利得設定信号との積である基準入力信号を出力する。励起強度制御部 1 7 0 は、乗算部 1 6 0 から出力された基準入力信号と、出力強度監視部 1 4 0 のフォトダイオード 1 4 2 から出力された出力強度モニタ信号とを入力し、基準入力信号と出力強度モニタ信号との差に基づいて、励起光源 1 2 0 から光増幅媒体 1 1 0 に供給される励起光の強度を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 励起光が供給されているときに入力した信号光を光増幅して出力する光増幅媒体と、
前記光増幅媒体に前記励起光を供給する励起光源と、
前記光増幅媒体に入力する前記信号光の強度を検出し、その強度に応じた入力強度モニタ信号を出力する入力強度監視部と、
前記光増幅媒体から出力される前記信号光の強度を検出し、その強度に応じた出力強度モニタ信号を出力する出力強度監視部と、
前記入力強度監視部から出力された前記入力強度モニタ信号と、前記光増幅媒体における前記信号光の利得を設定する利得設定信号とを入力し、前記入力強度モニタ信号と前記利得設定信号との積である基準入力信号を出力する乗算部と、
前記乗算部から出力された前記基準入力信号と、前記出力強度監視部から出力された前記出力強度モニタ信号とを入力し、前記基準入力信号と前記出力強度モニタ信号との差に基づいて、前記励起光源から前記光増幅媒体に供給される前記励起光の強度を制御する励起強度制御部と、
を備えることを特徴とする光増幅器。

【請求項 2】 励起光が供給されているときに入力した信号光を光増幅して出力する光増幅媒体と、
前記光増幅媒体に前記励起光を供給する励起光源と、
前記光増幅媒体に入力する前記信号光の強度を検出し、その強度に応じた入力強度モニタ信号を出力する入力強度監視部と、
前記光増幅媒体から出力される前記信号光の強度を検出し、その強度に応じた出力強度モニタ信号を出力する出力強度監視部と、
前記入力強度監視部から出力された前記入力強度モニタ信号と、前記光増幅媒体における ASE 雑音光強度を設定する ASE 設定信号とを入力し、前記入力強度モニタ信号と前記 ASE 設定信号との和である加算信号を出力する加算部と、
前記加算部から出力された前記加算信号と、前記光増幅媒体における前記信号光の利得を設定する利得設定信号とを入力し、前記加算信号と前記利得設定信号との積である基準入力信号を出力する乗算部と、
前記乗算部から出力された前記基準入力信号と、前記出力強度監視部から出力された前記出力強度モニタ信号とを入力し、前記基準入力信号と前記出力強度モニタ信号との差に基づいて、前記励起光源から前記光増幅媒体に供給される前記励起光の強度を制御する励起強度制御部と、
を備えることを特徴とする光増幅器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、励起光が供給され

た光増幅媒体により信号光を光増幅する光増幅器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光増幅器は、光増幅媒体を励起光により励起し、この光増幅媒体に信号光を伝搬させて信号光を光増幅して出力するものである。この光増幅媒体として、例えば、希土類元素である Er (エルビウム) 元素がコア領域に添加された光ファイバ (EDF: Erbium-Doped Fiber) が好適に用いられる。また、信号光の波長として波長 1.55 μm が用いられ、励起光の波長として波長 0.98 μm または 1.48 μm が用いられる。この光増幅媒体における信号光の利得は、励起光源から光増幅媒体に供給される励起光の強度に依存する。そこで、光増幅媒体により光増幅された信号光の強度をモニタし、この強度を一定強度に維持するよう励起光源から光増幅媒体に供給される励起光の強度を制御することが行われている。このような制御を出力一定制御 (APC: Automatic Power Control) という。

【0003】図 3 は、第 1 の従来技術に係る光増幅器の構成図である。この図に示す光増幅器は、光増幅媒体 310 に励起光源 320 から励起光を供給し、入力した信号光を光増幅媒体 310 において光増幅して出力する。光増幅媒体 310 の入力側に設けられたカプラ 331 およびフォトダイオード 332 により、光増幅器に入力する信号光の強度を検出し、その強度に応じた入力強度モニタ信号を出力する。この入力強度モニタ信号は、光増幅器への信号光の入力の有無の検知、或いは、光増幅器へ入力する信号光の強度のモニタに用いられる。同様に、光増幅媒体 310 の出力側に設けられたカプラ 341 およびフォトダイオード 342 により、光増幅器から出力される信号光の強度を検出し、その強度に応じた出力強度モニタ信号を出力する。この出力強度モニタ信号は、光増幅器から出力される信号光の強度もモニタに用いられる。

【0004】また、励起強度制御部 370 により、出力強度モニタ信号と基準入力信号との大小比較がなされて、両者が等しくなるように、励起光源 320 から光増幅媒体 310 に供給される励起光の強度が制御される。すなわち、光増幅器から出力される信号光の強度を P_{out} とし、光増幅器から出力される信号光の強度と出力強度モニタ信号との比 (光出力分岐変換係数) を K_{out} とし、基準入力信号を V_B とすると、励起強度制御部 370 により、

$$V_B = P_{out} \times K_{out}$$

となるよう制御される。これより、光増幅器から出力される信号光の強度 P_{out} は、

$$P_{out} = V_B / K_{out}$$

と表され、出力一定制御がなされることが判る。しかし、多波長の信号光を用いる波長多重光伝送を行う場合に、光増幅器から出力される多波長信号光の全強度 P

out が一定であるので、信号光 1 波当たりの出力強度は小さくなり、信号光の波数が増減したときには信号光 1 波当たりの出力強度は変動する。したがって、この光増幅器は、波長多重光伝送の場合に用いるには不適當である。

【0005】図 4 は、第 2 の従来技術に係る光増幅器の構成図である。この図に示す光増幅器は、上記問題点を解消する為に、入力強度モニタ信号を基準入力信号として用いる。光増幅器に入力する信号光の強度を P_{in} とし、光増幅器に入力する信号光の強度と入力強度モニタ信号との比（光入力分岐変換係数）を K_{in} とすると、基準入力信号 V_B は、

$$V_B = P_{in} \times K_{in}$$

であるので、光増幅器から出力される信号光の強度 P_{out} は、

$$P_{out} = P_{in} \times K_{in} / K_{out}$$

と表される。しかし、この場合の利得は、 K_{in} / K_{out} であって固定値であり、変更が困難である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、第 1 の従来技術に係る光増幅器（図 3）では、出力一定制御が可能ではあるが、波長多重光伝送を行う場合に、多波長信号光の全出力強度が一定になるのであって、信号光 1 波当たりの出力強度は一定ではない。一方、第 2 の従来技術に係る光増幅器（図 4）では、波長多重光伝送を行う場合に、多波長信号光の波数が増えれば、多波長信号光の全出力強度も大きくなるが、利得の変更が困難である。

【0007】本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、多波長信号光を一括光増幅する場合にも信号光 1 波当たりの出力強度を一定に制御することができ、且つ、利得を変更することができる光増幅器を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係る第 1 の光増幅器は、(1) 励起光が供給されているときに入力した信号光を光増幅して出力する光増幅媒体と、(2) 光増幅媒体に励起光を供給する励起光源と、(3) 光増幅媒体に入力する信号光の強度を検出し、その強度に応じた入力強度モニタ信号を出力する入力強度監視部と、(4) 光増幅媒体から出力される信号光の強度を検出し、その強度に応じた出力強度モニタ信号を出力する出力強度監視部と、(5) 入力強度監視部から出力された入力強度モニタ信号と、光増幅媒体における信号光の利得を設定する利得設定信号とを入力し、入力強度モニタ信号と利得設定信号との積である基準入力信号を出力する乗算部と、(6) 乗算部から出力された基準入力信号と、出力強度監視部から出力された出力強度モニタ信号とを入力し、基準入力信号と出力強度モニタ信号との差に基づいて、励起光源から光増幅媒体に供給される励起光の強度を制御

する励起強度制御部と、を備えることを特徴とする。

【0009】この第 1 の光増幅器は以下のように作用する。光増幅器に入力する信号光の強度を P_{in} とし、光増幅器に入力する信号光の強度と入力強度モニタ信号との比（光入力分岐変換係数）を K_{in} とする。光増幅器から出力される信号光の強度を P_{out} とし、光増幅器から出力される信号光の強度と出力強度モニタ信号との比（光出力分岐変換係数）を K_{out} とする。また、利得設定信号を K_g とする。このとき、入力強度監視部から出力される入力強度モニタ信号は $P_{in} \times K_{in}$ であり、出力強度監視部から出力される出力強度モニタ信号は $P_{out} \times K_{out}$ であり、また、乗算部 160 から出力される基準入力信号は $P_{in} \times K_{in} \times K_g$ である。そして、励起強度制御部 170 により、出力強度モニタ信号と基準入力信号との大小比較がなされて、両者が等しくなるように、励起光源 120 から光増幅媒体 110 に供給される励起光の強度が制御される。したがって、光増幅器から出力される信号光の強度 P_{out} は、

$$P_{out} = P_{in} \times K_{in} \times K_g / K_{out}$$

と表される。

【0010】本発明に係る第 2 の光増幅器は、(1) 励起光が供給されているときに入力した信号光を光増幅して出力する光増幅媒体と、(2) 光増幅媒体に励起光を供給する励起光源と、(3) 光増幅媒体に入力する信号光の強度を検出し、その強度に応じた入力強度モニタ信号を出力する入力強度監視部と、(4) 光増幅媒体から出力される信号光の強度を検出し、その強度に応じた出力強度モニタ信号を出力する出力強度監視部と、(5) 入力強度監視部から出力された入力強度モニタ信号と、光増幅媒体における ASE 雑音光強度を設定する ASE 設定信号とを入力し、入力強度モニタ信号と ASE 設定信号との和である加算信号を出力する加算部と、(6) 加算部から出力された加算信号と、光増幅媒体における信号光の利得を設定する利得設定信号とを入力し、加算信号と利得設定信号との積である基準入力信号を出力する乗算部と、(7) 乗算部から出力された基準入力信号と、出力強度監視部から出力された出力強度モニタ信号とを入力し、基準入力信号と出力強度モニタ信号との差に基づいて、励起光源から光増幅媒体に供給される励起光の強度を制御する励起強度制御部と、を備えることを特徴とする。

【0011】この第 2 の光増幅器は以下のように作用する。光増幅器に入力する信号光の強度を P_{in} とし、光増幅器に入力する信号光の強度と入力強度モニタ信号との比（光入力分岐変換係数）を K_{in} とする。光増幅器から出力される信号光の強度を P_{out} とし、光増幅器から出力される信号光の強度と出力強度モニタ信号との比（光出力分岐変換係数）を K_{out} とする。また、利得設定信号を K_g とし、ASE 設定信号を K_{ASE} とする。このとき、入力強度モニタ信号は $P_{in} \times K_{in}$ であり、出力強度モニタ信号は $P_{out} \times K_{out}$ である。また、加算部 25

0から出力される加算信号は $P_{in} \times K_{in} + K_{ASE}$ であり、乗算部260から出力される基準入力信号は $(P_{in} \times K_{in} + K_{ASE}) \times K_g$ である。そして、励起強度制御部270により、出力強度モニタ信号と基準入力信号との大小比較がなされて、両者が等しくなるように、励起光源220から光増幅媒体210に供給される励起光の強度が制御される。したがって、光増幅器から出力される信号光の強度 P_{out} は、

$$P_{out} = (P_{in} \times K_{in} + K_{ASE}) \times K_g / K_{out}$$

と表される。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。尚、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0013】（第1の実施形態）先ず、本発明に係る光増幅器の第1の実施形態について説明する。図1は、第1の実施形態に係る光増幅器の構成図である。本実施形態に係る光増幅器は、光増幅媒体110、励起光源120、入力強度監視部130、出力強度監視部140、乗算部160および励起強度制御部170を備えて構成される。

【0014】光増幅媒体110は、励起光が供給されているときに入力した信号光を光増幅して出力するものであり、例えば、希土類元素であるEr（エルビウム）元素がコア領域に添加された光ファイバ（EDF: Erbium-Doped Fiber）が好適に用いられる。また、信号光の波長として波長1.55μmが用いられ、励起光の波長として波長0.98μmまたは1.48μmが用いられる。なお、励起光は、WDMカブラを介して光増幅媒体110に供給される。

【0015】励起光源120は、光増幅媒体110に励起光を供給するものであり、その励起光の強度は励起強度制御部170により制御される。光増幅媒体110における信号光の利得は、励起光源120から光増幅媒体110に供給される励起光の強度に依存する。

【0016】入力強度監視部130は、光増幅媒体110の入力側に設けられたカブラ131およびフォトダイオード132を備えて構成される。カブラ131は、光増幅器に入力した信号光の大部分を光増幅媒体110へ向けて出力し、信号光の一部を分岐してフォトダイオード132へ向けて出力する。フォトダイオード132は、カブラ131により分岐された信号光の強度を検出し、その強度に応じた入力強度モニタ信号を出力する。

【0017】出力強度監視部140は、光増幅媒体110の出力側に設けられたカブラ141およびフォトダイオード142を備えて構成される。カブラ141は、光増幅媒体110から出力された信号光の大部分を光増幅器の出力信号として出力し、信号光の一部を分岐してフォトダイオード142へ向けて出力する。フォトダイオ

ード142は、カブラ141により分岐された信号光の強度を検出し、その強度に応じた出力強度モニタ信号を出力する。

【0018】乗算部160は、入力強度監視部130のフォトダイオード132から出力された入力強度モニタ信号と、光増幅媒体110における信号光の利得を設定する利得設定信号とを入力し、入力強度モニタ信号と利得設定信号との積である基準入力信号を出力する。励起強度制御部170は、乗算部160から出力された基準入力信号と、出力強度監視部140のフォトダイオード142から出力された出力強度モニタ信号とを入力し、基準入力信号と出力強度モニタ信号との差に基づいて、励起光源120から光増幅媒体110に供給される励起光の強度を制御する。

【0019】ここで、光増幅器に入力する信号光の強度を P_{in} とし、光増幅器に入力する信号光の強度と入力強度モニタ信号との比（光入力分岐変換係数）を K_{in} とする。光増幅器から出力される信号光の強度を P_{out} とし、光増幅器から出力される信号光の強度と出力強度モニタ信号との比（光出力分岐変換係数）を K_{out} とする。また、利得設定信号を K_g とする。このとき、入力強度モニタ信号は $P_{in} \times K_{in}$ であり、出力強度モニタ信号は $P_{out} \times K_{out}$ であり、また、乗算部160から出力される基準入力信号は $P_{in} \times K_{in} \times K_g$ である。

【0020】そして、励起強度制御部170により、出力強度モニタ信号と基準入力信号との大小比較がなされて、両者が等しくなるように、すなわち、

$$P_{in} \times K_{in} \times K_g = P_{out} \times K_{out}$$

となるように、励起光源120から光増幅媒体110に供給される励起光の強度が制御される。これより、光増幅器から出力される信号光の強度 P_{out} は、

$$P_{out} = P_{in} \times K_{in} \times K_g / K_{out}$$

と表される。この光増幅器の利得は、 $K_{in} \times K_g / K_{out}$ であり、外部から励起強度制御部170に与えられる利得設定信号 K_g を変更することにより変更可能である。また、多波長信号光を一括光増幅する場合にも信号光1波当たりの出力強度を一定に制御することができる。

【0021】なお、利得設定信号 K_g はアナログ信号であつてもよいし、デジタル信号であつてもよい。また、乗算部160および励起強度制御部170それぞれも、アナログ処理を行うものであつてもよいし、デジタル処理を行うものであつてもよい。必要に応じてA/D変換器またはD/A変換器が設けられる。利得設定信号 K_g がデジタル信号である場合には、別に設けられたマイクロコントローラ等により光増幅器に利得設定信号 K_g を与えることができるので、光増幅器の利得を容易に設定することができる。

【0022】（第2の実施形態）次に、本発明に係る光増幅器の第2の実施形態について説明する。図2は、第2の実施形態に係る光増幅器の構成図である。本実施形

態に係る光増幅器は、光増幅媒体 210、励起光源 220、入力強度監視部 230、出力強度監視部 240、加算部 250、乗算部 260 および励起強度制御部 270 を備えて構成される。

【0023】本実施形態における光増幅媒体 210、励起光源 220、入力強度監視部 230 および出力強度監視部 240 それぞれは、第 1 の実施形態における同一名称の要素と同様のものである。

【0024】加算部 250 は、入力強度監視部 230 のフォトダイオード 232 から出力された入力強度モニタ信号と、光増幅媒体 210 における ASE 雑音光強度を設定する ASE 設定信号とを入力し、入力強度モニタ信号と ASE 設定信号との和である加算信号を出力する。乗算部 260 は、加算部 250 から出力された加算信号と、光増幅媒体 210 における信号光の利得を設定する利得設定信号とを入力し、入力強度モニタ信号と利得設定信号との積である基準入力信号を出力する。励起強度制御部 270 は、乗算部 260 から出力された基準入力信号と、出力強度監視部 240 のフォトダイオード 242 から出力された出力強度モニタ信号とを入力し、基準入力信号と出力強度モニタ信号との差に基づいて、励起光源 220 から光増幅媒体 210 に供給される励起光の強度を制御する。

【0025】ここで、光増幅器に入力する信号光の強度を P_{in} とし、光増幅器に入力する信号光の強度と入力強度モニタ信号との比（光入力分岐変換係数）を K_{in} とする。光増幅器から出力される信号光の強度を P_{out} とし、光増幅器から出力される信号光の強度と出力強度モニタ信号との比（光出力分岐変換係数）を K_{out} とする。また、利得設定信号を K_g とし、ASE 設定信号を K_{ASE} とする。このとき、入力強度モニタ信号は $P_{in} \times K_{in}$ であり、出力強度モニタ信号は $P_{out} \times K_{out}$ である。また、加算部 250 から出力される加算信号は $P_{in} \times K_{in} + K_{ASE}$ であり、乗算部 260 から出力される基準入力信号は $(P_{in} \times K_{in} + K_{ASE}) \times K_g$ である。

【0026】そして、励起強度制御部 270 により、出力強度モニタ信号と基準入力信号との大小比較がなされて、両者が等しくなるように、すなわち、

$$(P_{in} \times K_{in} + K_{ASE}) \times K_g = P_{out} \times K_{out}$$

となるように、励起光源 220 から光増幅媒体 210 に供給される励起光の強度が制御される。これより、光増幅器から出力される信号光の強度 P_{out} は、

$$P_{out} = (P_{in} \times K_{in} + K_{ASE}) \times K_g / K_{out} \\ = P_{in} \times K_{in} \times K_g / K_{out} + K_{ASE} \times K_g / K_{out}$$

と表される。この式の第 1 項から判るように、この光増幅器の利得は、外部から励起強度制御部 270 に与えられる利得設定信号 K_g を変更することにより変更可能である。この式の第 2 項から判るように、ASE 雑音光強度も、外部から励起強度制御部 270 に与えられる ASE 設定信号 K_{ASE} を変更することにより変更可能であ

る。また、多波長信号光を一括光増幅する場合にも信号光 1 波当たりの出力強度を一定に制御することができる。

【0027】第 1 の実施形態に係る光増幅器では、多波長信号光に重畳する ASE 雑音光を考慮することなく多波長信号光を一括光増幅するので、光増幅器から出力される光が ASE 雑音光に占められて、光増幅器から出力される光のうち多波長信号光強度が小さくなる。これに対して本実施形態に係る光増幅器では、多波長信号光に重畳する ASE 雑音光を考慮した上で利得を設定することができるので、光増幅器から出力される多波長信号光強度を大きくすることができる。

【0028】なお、利得設定信号 K_g および ASE 設定信号 K_{ASE} それぞれはアナログ信号であってもよいし、デジタル信号であってもよい。また、加算部 250、乗算部 260 および励起強度制御部 270 それぞれも、アナログ処理を行うものであってもよいし、デジタル処理を行うものであってもよい。必要に応じて A/D 変換器または D/A 変換器が設けられる。利得設定信号 K_g および ASE 設定信号 K_{ASE} それぞれがデジタル信号である場合には、別に設けられたマイクロコントローラ等により光増幅器に利得設定信号 K_g および ASE 設定信号 K_{ASE} それぞれを与えることができるので、光増幅器の利得および ASE 雑音光強度を容易に設定することができる。

【0029】

【発明の効果】以上、詳細に説明したとおり、本発明に係る第 1 の光増幅器によれば、光増幅媒体における信号光の利得を設定する利得設定信号と入力強度モニタ信号との積を基準入力信号とし、この基準入力信号と出力強度モニタ信号との差に基づいて、励起光源から光増幅媒体に供給される励起光の強度を制御する。このようにすることにより、この光増幅器の利得は、外部から与えられる利得設定信号の値を変更することにより変更可能である。また、多波長信号光を一括光増幅する場合にも信号光 1 波当たりの出力強度を一定に制御することができる。

【0030】また、本発明に係る第 2 の光増幅器によれば、光増幅媒体における ASE 雑音光強度を設定する ASE 設定信号と入力強度モニタ信号との和に利得設定信号を乗じたものを基準入力信号とし、この基準入力信号と出力強度モニタ信号との差に基づいて、励起光源から光増幅媒体に供給される励起光の強度を制御する。このようにすることにより、この光増幅器の利得は、外部から与えられる利得設定信号の値を変更することにより変更可能である。ASE 雑音光強度も、外部から与えられる ASE 設定信号の値を変更することにより変更可能である。また、多波長信号光を一括光増幅する場合にも信号光 1 波当たりの出力強度を一定に制御することができ

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 の実施形態に係る光増幅器の構成図である。

【図 2】 第 2 の実施形態に係る光増幅器の構成図である。

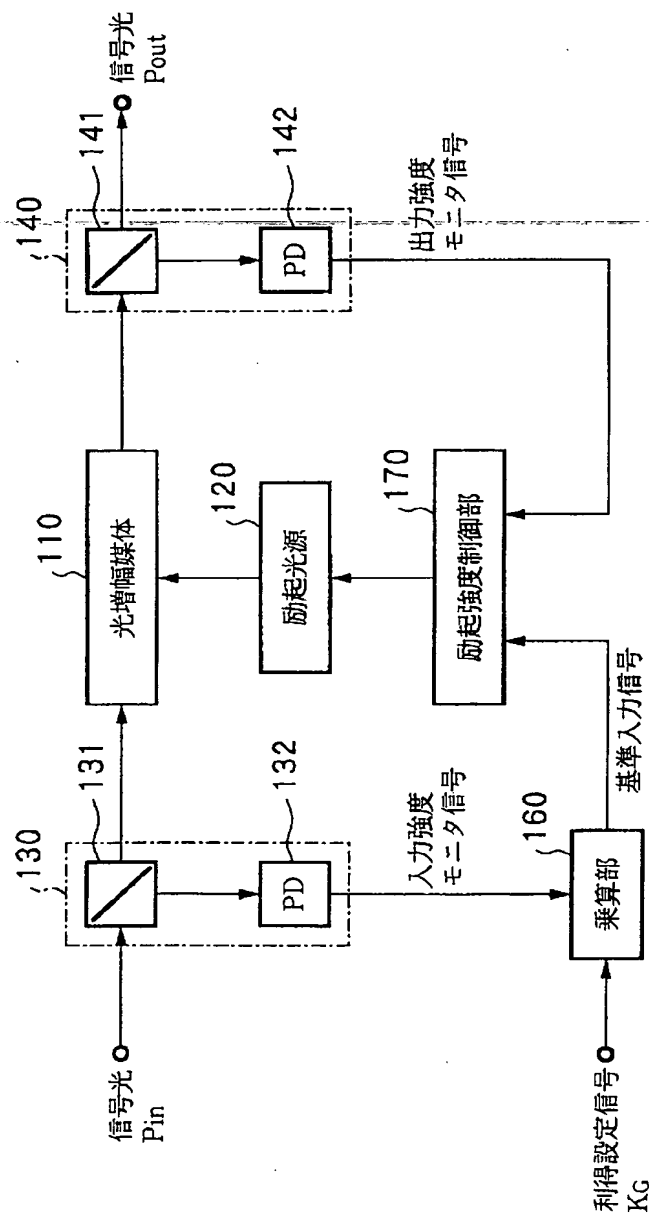
【図 3】 第 1 の従来技術に係る光増幅器の構成図である。

【図 4】 第 2 の従来技術に係る光増幅器の構成図である。

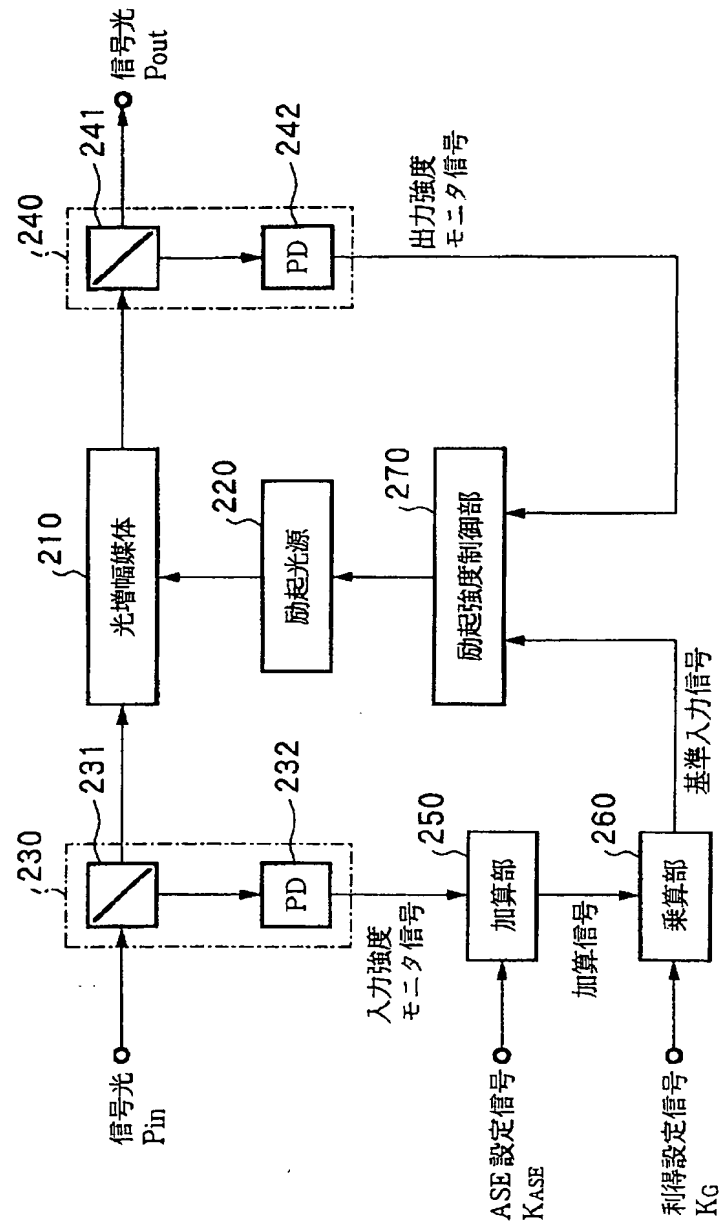
【符号の説明】

110…光増幅媒体、120…励起光源、130…入力強度監視部、131…カプラ、132…フォトダイオード、140…出力強度監視部、141…カプラ、142…フォトダイオード、160…乗算部、170…励起強度制御部、210…光増幅媒体、220…励起光源、230…入力強度監視部、231…カプラ、232…フォトダイオード、240…出力強度監視部、241…カプラ、242…フォトダイオード、250…加算部、260…乗算部、270…励起強度制御部。

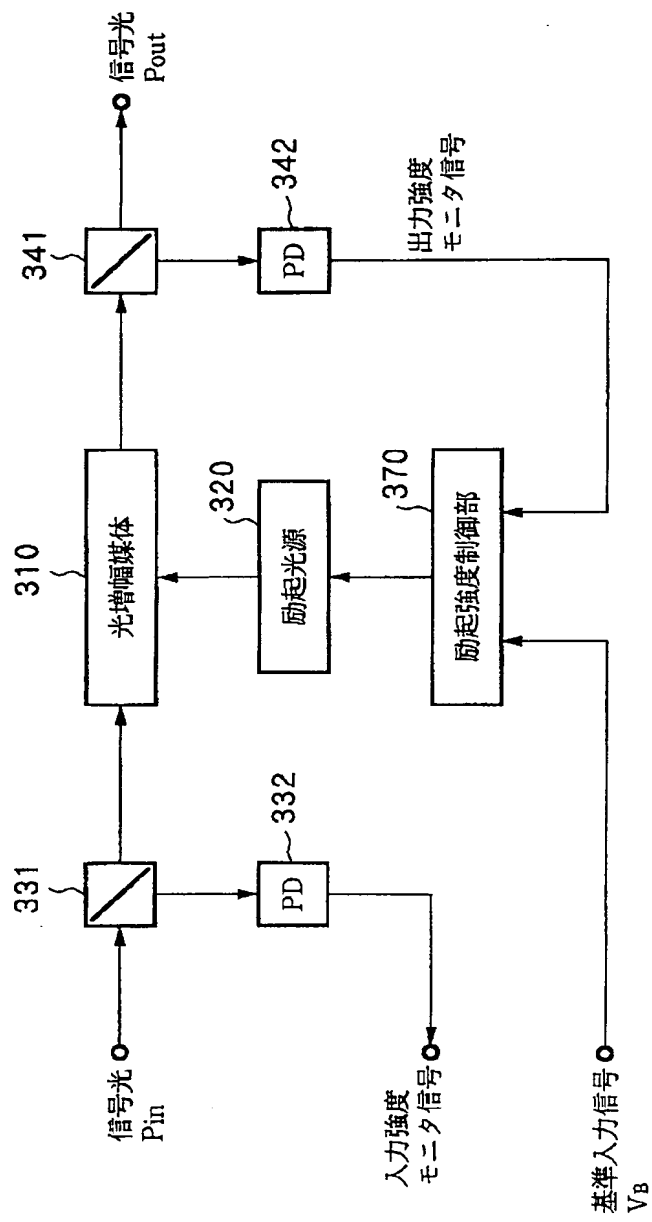
【図 1】



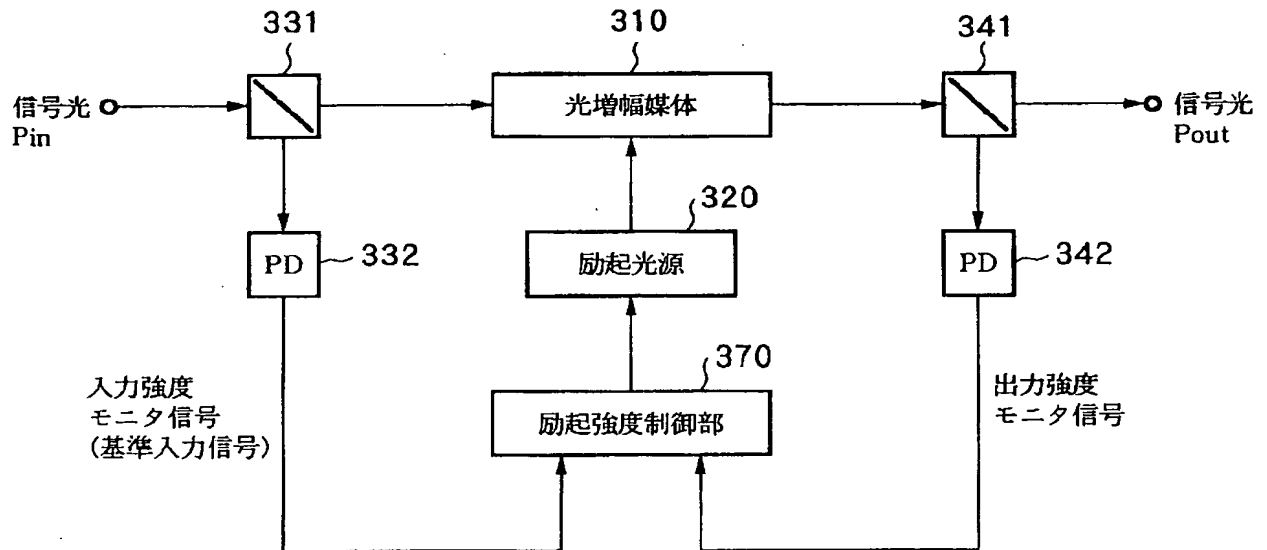
【図2】



【図 3】



【図 4】



【手続補正書】

【提出日】平成 11 年 9 月 16 日（1999. 9. 16）

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 励起光が供給されているときに入力した信号光を光増幅して出力する光増幅媒体と、前記光増幅媒体に前記励起光を供給する励起光源と、前記光増幅媒体に入力する前記信号光の強度を検出し、その強度に応じた入力強度モニタ信号を出力する入力強度監視部と、前記光増幅媒体から出力される前記信号光の強度を検出し、その強度に応じた出力強度モニタ信号を出力する出力強度監視部と、前記入力強度監視部から出力された前記入力強度モニタ信号と、前記光増幅媒体における ASE 雑音光強度を設定する ASE 設定信号とを入力し、前記入力強度モニタ信号と前記 ASE 設定信号との和である加算信号を出力する加算部と、前記加算部から出力された前記加算信号と、前記光増幅媒体における前記信号光の利得を設定する利得設定信号とを入力し、前記加算信号と前記利得設定信号との積である基準入力信号を出力する乗算部と、前記乗算部から出力された前記基準入力信号と、前記出

力強度監視部から出力された前記出力強度モニタ信号とを入力し、前記基準入力信号と前記出力強度モニタ信号との差に基づいて、前記励起光源から前記光増幅媒体に供給される前記励起光の強度を制御する励起強度制御部と、を備えることを特徴とする光増幅器。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】削除

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】削除

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係る光増幅器は、(1) 励起光が供給されているときに入力した信号光を光増幅して出力する光増幅媒体と、(2) 光増幅媒体に励起光を供給する励起光源と、(3) 光増幅媒体に入力する信号光の強度を検出し、その強度に応じた入力強度モニタ信号を出力する入力強度監視部と、(4) 光増幅媒体から出力される信号光の強度を検出し、その強度に応じ

た出力強度モニタ信号を出力する出力強度監視部と、
 (5) 入力強度監視部から出力された入力強度モニタ信号と、光増幅媒体におけるASE雑音光強度を設定するASE設定信号とを入力し、入力強度モニタ信号とASE設定信号との和である加算信号を出力する加算部と、
 (6) 加算部から出力された加算信号と、光増幅媒体における信号光の利得を設定する利得設定信号とを入力し、加算信号と利得設定信号との積である基準入力信号を出力する乗算部と、(7) 乗算部から出力された基準入力信号と、出力強度監視部から出力された出力強度モニタ信号とを入力し、基準入力信号と出力強度モニタ信号との差に基づいて、励起光源から光増幅媒体に供給される励起光の強度を制御する励起強度制御部と、を備えることを特徴とする。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】この光増幅器は以下のように作用する。光増幅器に入力する信号光の強度を P_{in} とし、光増幅器に入力する信号光の強度と入力強度モニタ信号との比（光入力分岐変換係数）を K_{in} とする。光増幅器から出力される信号光の強度を P_{out} とし、光増幅器から出力される信号光の強度と出力強度モニタ信号との比（光出力分岐変換係数）を K_{out} とする。また、利得設定信号を K_g とし、ASE設定信号を K_{ASE} とする。このとき、入力強度モニタ信号は $P_{in} \times K_{in}$ であり、出力強度モニタ信号は $P_{out} \times K_{out}$ である。また、加算部から出力される加算信号は $P_{in} \times K_{in} + K_{ASE}$ であり、乗算部から出力される基準入力信号は $(P_{in} \times K_{in} + K_{ASE}) \times K_g$ であ

る。そして、励起強度制御部により、出力強度モニタ信号と基準入力信号との大小比較がなされて、両者が等しくなるように、励起光源から光増幅媒体に供給される励起光の強度が制御される。したがって、光増幅器から出力される信号光の強度 P_{out} は、

$$P_{out} = (P_{in} \times K_{in} + K_{ASE}) \times K_g / K_{out}$$

と表される。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】削除

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正内容】

【0030】

【発明の効果】以上、詳細に説明したとおり、本発明によれば、光増幅媒体におけるASE雑音光強度を設定するASE設定信号と入力強度モニタ信号との和に利得設定信号を乗じたものを基準入力信号とし、この基準入力信号と出力強度モニタ信号との差に基づいて、励起光源から光増幅媒体に供給される励起光の強度を制御する。このようにすることにより、この光増幅器の利得は、外部から与えられる利得設定信号の値を変更することにより変更可能である。ASE雑音光強度も、外部から与えられるASE設定信号の値を変更することにより変更可能である。また、多波長信号光を一括光増幅する場合にも信号光1波当たりの出力強度を一定に制御することができる。